

**Reflection and refraction optical system and projection exposure apparatus using the same**

Patent Number: ☐ US5583696  
Publication date: 1996-12-10  
Inventor(s): TAKAHASHI KAZUHIRO (JP)  
Applicant(s): CANON KK (JP)  
Requested Patent: ☐ JP6181162  
Application Number: US19930164527 19931210  
Priority Number(s): JP19920333104 19921214  
IPC Classification: G02B27/14; G02B17/00  
EC Classification: G02B17/08, G03F7/20T16  
Equivalents: JP2750062B2

---

**Abstract**

---

A reflection and refraction optical system includes a planar beam splitter, a concave mirror and a lens group, for imaging a fine pattern of a reticle upon a wafer, wherein a lens element of the lens group is disposed eccentrically with respect to an optical axis of the system by a predetermined amount or a parallel plate is disposed obliquely with respect to the optical axis, so as to produce a coma or distortion effective to cancel the coma or distortion produced by the beam splitter.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-181162

(43) 公開日 平成6年(1994)6月28日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 2 B 17/08	A	9120-2K		
G 0 3 B 27/32	F	9017-2K		
		7352-4M		
			H 0 1 L 21/30	3 1 1 L

審査請求 未請求 請求項の数16(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平4-333104

(22) 出願日 平成4年(1992)12月14日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 高橋 和弘

神奈川県川崎市中原区今井上町53番地キヤ

ノン株式会社小杉事業所内

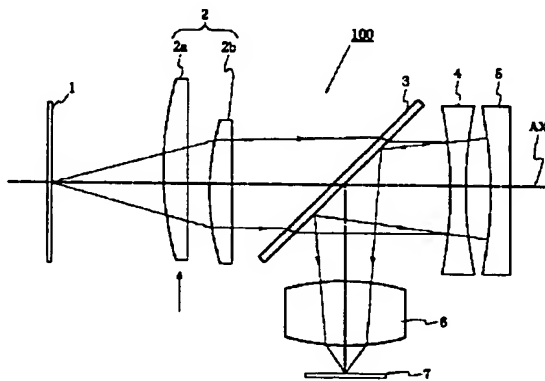
(74) 代理人 弁理士 丸島 儀一

(54) 【発明の名称】 反射屈折型光学系及び該光学系を備える投影露光装置

(57) 【要約】

【目的】 微細パターンを正確に結像する。

【構成】 板状ビームスプリッター (3) と凹面鏡 (5) とレンズ群 (2、4、6) を備え、レチクル1の微細パターンをウエハ (9) 上に結像する反射屈折光学系において、ビームスプリッターで生じるコマ収差及び歪曲収差を打ち消すコマ収差及び歪曲収差を発生するようレンズ群2のレンズ2aを光軸 (AX) から所定量偏心させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 物平面側から順に、光軸に対して傾いた平板状ビームスプリッターと凹面鏡を備えており、物平面からの光をビームスプリッターを介して凹面鏡で反射した後、再度ビームスプリッターを介して像平面に結像する反射屈折型光学系において、前記ビームスプリッターで生じるコマ収差と歪曲収差の少なくとも一方を補正することを特徴とする反射屈折型光学系。

【請求項2】 前記ビームスプリッターを前記コマ収差が生じないよう平行光の光路中に配置し、前記歪曲収差を補正することを特徴とする請求項1の反射屈折型光学系。

【請求項3】 前記物平面側から順に、物平面からの発散光をほぼ平行光に変換し、前記ビームスプリッターに入射させる第1レンズ群と、前記ビームスプリッターからの前記平行光を発散光に変換し、前記凹面鏡に入射させる第2レンズ群と、前記凹面鏡により反射及び集光されて前記第2レンズ群を介して前記ビームスプリッターに戻された光を前記ビームスプリッターを介して受け、像平面に集光する第3レンズ群とを備えることを特徴とする請求項1の反射屈折型光学系。

【請求項4】 前記ビームスプリッターで生じるコマ収差と歪曲収差を補正する手段を備えることを特徴とする請求項3の反射屈折型光学系。

【請求項5】 前記補正手段が前記第1、第2、第3レンズ群の内の少なくとも一つの前記光軸に対して傾いた平行平板を含むことを特徴とする請求項4の反射屈折型光学系。

【請求項6】 前記補正手段が、前記第1、第2、第3レンズ群を構成する各レンズ及び前記凹面鏡の内の少なくとも一つの前記光軸に対して偏心した部材を含むことを特徴とする請求項4の反射屈折型光学系。

【請求項7】 倍率を縮小に設定してあることを特徴とする請求項1～6の反射屈折型光学系。

【請求項8】 前記ビームスプリッターが偏光ビームスプリッターであり、前記ビームスプリッターと前記凹面鏡の間に1/4波長板が設けられることを特徴とする請求項1～7の反射屈折型光学系。

【請求項9】 マスクのパターンを投影光学系により被曝光基板上に投影する投影露光装置において、前記投影光学系が、前記マスク側から順に光軸に対して傾いた平板状のビームスプリッターと凹面鏡を備え、前記マスクからの光をビームスプリッターを介して凹面鏡で反射した後、再度ビームスプリッターを介して前記被曝光基板上に向け、前記被曝光基板上に前記マスクのパターンを結像するよう構成されており、前記ビームスプリッターで生じるコマ収差と歪曲収差の少なくとも一方を補正する手段を備えることを特徴とする投影露光装置。

【請求項10】 前記ビームスプリッターが前記コマ収差が生じないよう平行光の光路に配置され、前記補正手

段により歪曲収差を補正することを特徴とする請求項9の投影露光装置。

【請求項11】 前記投影光学系が、前記マスク側から順に、物平面からの発散光をほぼ平行光に変換し、前記ビームスプリッターに入射させる第1レンズ群と、前記ビームスプリッターからの前記平行光を発散光に変換し、前記凹面鏡に入射させる第2レンズ群と、前記凹面鏡により反射及び集光されて前記第2レンズ群を介して前記ビームスプリッターに戻された光を前記ビームスプリッターを介して受け、前記被曝光基板上に集光する第3レンズ群とを備えることを特徴とする請求項9の投影露光装置。

【請求項12】 前記ビームスプリッターで生じるコマ収差と歪曲収差を補正する手段を備えることを特徴とする請求項11の投影露光装置。

【請求項13】 前記補正手段が前記第1、第2、第3レンズ群の内の少なくとも一つの前記光軸に対して傾いた平行平板を含むことを特徴とする請求項12の投影露光装置。

【請求項14】 前記補正手段が、前記第1、第2、第3レンズ群を構成する各レンズ及び前記凹面鏡の内の少なくとも一つの前記光軸に対して偏心した部材を含むことを特徴とする請求項12の投影露光装置。

【請求項15】 倍率を縮小に設定してあることを特徴とする請求項9～14の投影露光装置。

【請求項16】 前記ビームスプリッターが偏光ビームスプリッターであり、前記ビームスプリッターと前記凹面鏡の間に1/4波長板が設けられることを特徴とする請求項9～15の投影露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】 本発明は反射屈折型光学系、特にICやLSI等の半導体デバイスやCCD等撮像デバイスや液晶パネル等の表示デバイスを製造する為に使用される微細パターン結像用の反射屈折型光学系と該反射屈折光学系を備える投影露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 IC、LSI等の半導体装置の高集積化が益々加速度を増しており、これに伴う半導体ウエハの微細加工技術の進展も著しい。この微細加工技術の中心をなす投影露光技術は、現在、0.5ミクロン以下の寸法の像を形成するべく、解像度の向上が図られている。

【0003】 解像度を向上させるべく露光光の波長を短くする方法があるが、波長が短くなると投影レンズ系に使用可能な硝材の種類が制限される為、色収差の補正が難しくなる。

【0004】 この色収差の補正に関する負荷を軽減させた投影光学系として、主として凹面鏡のパワーで結像を行う、この凹面鏡とレンズ群とにより構成された反射屈

折型光学系がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】この反射屈折型光学系は、物平面側から順にビームスプリッターと凹面鏡を備えており、物平面からの光をビームスプリッターを介して凹面鏡で反射した後、再度ビームスプリッターを介して像平面に結像するものである。

【0006】上記ビームスプリッターは、出来るだけ光の損失を少なくする為に、平板状の部材を使用するのが良い。しかしながら、平板状の部材を使用すると、該部材でコマ収差、歪曲収差などが生じるので、結像性能が劣化するといった問題がある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の反射屈折光学系は、物平面側から順に、光軸に対して傾いた平板状ビームスプリッターと凹面鏡を備えており、物平面からの光をビームスプリッターを介して凹面鏡で反射した後、再度ビームスプリッターを介して像平面に結像する反射屈折型光学系において、前記ビームスプリッターで生じるコマ収差と歪曲収差の少なくとも一方を補正することにより、上記問題を解決しようとするものである。

【0008】本発明の投影露光装置は、マスクのパターンを投影光学系により被露光基板上に投影する投影露光装置において、前記投影光学系が、前記マスク側から順に光軸に対して傾いた平板状のビームスプリッターと凹面鏡を備え、前記マスクからの光をビームスプリッターを介して凹面鏡で反射した後、再度ビームスプリッターを介して前記被露光基板上に向け、前記被露光基板上に前記マスクのパターンを結像するよう構成されており、前記ビームスプリッターで生じるコマ収差と歪曲収差の少なくとも一方を補正する手段を備えることにより、上記課題を解決しようとするものである。

【0009】本発明の反射屈折型光学系及び投影露光装置は、ICやLSI等の半導体デバイスやCCD等撮像デバイスや液晶パネル等の表示デバイスを製造する為に、効果的に使用される。特に、投影光学系となる反射屈折光学系の倍率を縮小にすることにより、遠紫外光を用いて、0.5  $\mu\text{m}$ 以下の微細なデバイスパターンを結像できる。

【0010】

【実施例】図1は本発明の一実施例であるところの半導体素子製造用縮小投影露光装置を示す。

【0011】図1において、1はウエハ9上に転写されるべき半導体素子の回路パターンが形成されたレチクルで、反射屈折型光学系100の物平面に不図示のレチクルステージにより保持され、不図示の照明系からの波長 $\lambda$  (<300nm)の遠紫外光によりレチクル1の回路パターンが均一な照度で照明される。レチクル1の回路パターンからの0次や1次の回折光を含む発散光は正の屈折力を備える第1レンズ群2に入射する。第1レンズ

群2は、この発散光を収斂し、光軸AXに対し斜設された平行平板より成るビームスプリッター3に入射させる。ビームスプリッター3に入射した光はビームスプリッター3を透過し、負の屈折力を備える第2レンズ群5に入射する。

【0012】第2レンズ群4は、ビームスプリッター3を通過した光を発散せしめて凹面鏡5に入射させる。凹面鏡5は光軸AXに関して回転対称な球面反射面を備えており、凹面鏡5は、入射発散光を反射、集光して再びレンズ群4に入射させ、第2レンズ群4を介してビームスプリッター3に向ける。凹面鏡5で反射、集光されてビームスプリッター3に再入射する光は、ビームスプリッター3によって、図の下方に反射される。

【0013】ビームスプリッター3の下方には、正の屈折力を備える第3レンズ群6が設けられており、第3レンズ群6の更に下方には反射屈折型光学系100の像平面に被露光面が一致するように、半導体デバイス製造用のシリコンウエハ7が不図示の可動XYステージにより保持されている。第3レンズ群6は、ビームスプリッターからの光を集光し、レチクル1の回路パターンの縮小像をウエハ9上に形成する。

【0014】反射屈折光学系100では、ビームスプリッター3を通過する光が光軸AXに完全に平行な光線の束では無い為にビームスプリッター3から無視出来ないコマ収差が発生すると共に、レチクル1の各物点からの光のビームスプリッター3への入射角度が各物点の光軸AXからの方向と像高に依存して相違する為にウエハ7の被露光面上の紙面左右方向の像高と紙面垂直方向の像高において無視出来ない歪曲収差が発生する。

【0015】そこで、本投影露光装置では、反射屈折光学系100の第1レンズ群2が第1正レンズ2a、第2正レンズ2bを備えており、第1正レンズ2a (の光軸)を、ビームスプリッター3で生じるコマ収差と歪曲収差を打ち消すコマ収差と歪曲収差が発生するよう、光軸AXに対し矢印の方向に所定量平行偏心させている。

【0016】本投影露光装置では、第1正レンズ2aの作用によりビームスプリッター3で生じる好ましく無いコマ収差と歪曲収差が補正されるから、鮮明な像をウエハ7上に形成できる。

【0017】本投影露光装置において、第1レンズ群2を図2に示すように構成することができる。図2は、図1の投影露光装置の一変形例を示す概略図であり、図1中の部材と同じ部材には図1と同じ符号を付し、説明はしない。図2において、8a、8bは光軸AXに対して傾けた平行平板を示し、2cは正レンズ (凸レンズ)、2dは負レンズ (凹レンズ)を示す。平行平板8aはビームスプリッター3で生じるコマ収差を打ち消すコマ収差が発生するよう設けてあり、平行平板8bはビームスプリッター3で生じる歪曲収差を打ち消す歪曲収差が発生するよう設けてある。このように2個の平

行平行平板8a、8bによる偏心収差(コマ、歪曲)が互いに独立になるよう構成せず、2個の平行平板の組合せにより、コマ収差と歪曲収差を発生せしめる構成とすることも可能である。

【0018】本投影露光装置において、ビームスプリッター3で生じるコマ収差と歪曲収差を補正する為に、第2レンズ群4、第3レンズ群6の各々を構成するレンズや平行平板の少なくとも一つを利用する(偏心、斜設)ことも可能である。又、凹面鏡5を光軸AXから偏心させる構成も、ビームスプリッター3で生じるコマ収差や歪曲収差を補正するのに効果がある。

【0019】本投影露光装置において、第1レンズ群2をレチクル1からの発散光(軸上結像光)をビームスプリッター3でコマ収差が生じない程度に光軸AXに平行な光線の束に変換し、光軸AXから偏心したレンズ又は光軸AXに対して傾けた平行平板により実質的にビームスプリッター3で生じる歪曲収差のみ補正するように構成することも可能である。

【0020】本投影露光装置において、レンズ2aの偏心角や平行平板8a、8bの傾き角が調整可能になるよう、レンズ2a、平行平板8a、8bの保持部材を動かす調整機構を設けると、ビームスプリッター3は勿論その他の部材や組み立て誤差で生じるコマ収差と歪曲収差も補正できるので、好ましい。

【0021】本投影露光装置において、ビームスプリッター3を偏光ビームスプリッターとし、ビームスプリッター3と凹面鏡5の間に1/4波長( $\lambda/4$ )板を設けることにより、光利用効率が高い光学系にすることができる。

【0022】本投影露光装置において、レチクル1を保持するレチクルステージを水平に置き、このレチクルステージとレンズ群2の間に光軸AXを45度折り曲げる反射鏡を置くことにより、全体が小型になる。

【0023】本投影露光装置は、回路パターンをウエハ9のほぼ全面に形成する為に、ウエハ9を保持するXYステージをステップ移動させてステップ&リピート方式の露光を行なう形態や、ウエハ9を保持するXYステージをステップ移動-スキャン移動させてステップ&スキャン方式の露光を行なう形態等を探るよう構成できる。

【0024】又、本投影露光装置では、レチクル1として例えば位相シフトマスクを用い、より微細なパターンを結像することができる。又、不図示の照明系を光軸AXに関して傾いた方向からレチクル1を照明する斜め照明が可能な系としても、より微細パターンを結像することができる。

【0025】又、本投影露光装置では、KrFエキシマレーザー( $\lambda \approx 248\text{nm}$ )、ArFエキシマレーザー( $\lambda \approx 193\text{nm}$ )、超高圧水銀灯(輝線スペクトル: $\lambda \approx 250\text{nm}$ )等の光源を用いる。

【0026】次に図1の投影露光装置とレチクル1とを

利用した半導体素子の製造方法の実施例を説明する。図2は半導体装置(ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネルやCCD)の製造フローを示す。ステップ1(回路設計)では半導体装置の回路設計を行なう。ステップ2(マスク製作)では設計した回路パターンを形成したマスク(レチクル304)を製作する。一方、ステップ3(ウエハー製造)ではシリコン等の材料を用いてウエハー(ウエハー306)を製造する。ステップ4(ウエハープロセス)は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハーとを用いて、リソグラフィー技術によってウエハー上に実際の回路を形成する。次のステップ5(組み立て)は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作成されたウエハーを用いてチップ化する工程であり、アッセンブリ工程(ダイシング、ボンディング)、パッケージング工程(チップ封入)等の工程を含む。ステップ6(検査)ではステップ5で作成された半導体装置の動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体装置が完成し、これが出荷(ステップ7)される。

【0027】図3は上記ウエハープロセスの詳細なフローを示す。ステップ11(酸化)ではウエハー(ウエハー306)の表面を酸化させる。ステップ12(CVD)ではウエハーの表面に絶縁膜を形成する。ステップ13(電極形成)ではウエハー上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14(イオン打ち込み)ではウエハーにイオンを打ち込む。ステップ15(レジスト処理)ではウエハーにレジスト(感材)を塗布する。ステップ16(露光)では上記投影露光装置によってマスク(レチクル304)の回路パターンの像でウエハーを露光する。ステップ17(現像)では露光したウエハーを現像する。ステップ18(エッチング)では現像したレジスト以外の部分を削り取る。ステップ19(レジスト剥離)ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらステップを繰り返して行なうことによりウエハー上に回路パターンが形成される。

【0028】本実施例の製造方法を用いれば、従来は難しかった高集積度の半導体素子を製造することが可能になる。

【0029】

【発明の効果】以上、本発明では、正確に微細パターンを結像することが可能な反射屈折型光学系を提供することができる。従って、反射屈折型光学系により投影露光を行なう優れた投影露光装置と反射屈折型光学系により各種デバイスを製造する優れた方法とを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す半導体素子製造用縮小投影露光装置の概略図である。

【図2】図1の投影露光装置の一変形例を示す概略図である。

【図3】半導体素子の製造工程を示すフローチャート図

7

8

である。

【図4】図3の工程中のウエハプロセスの詳細を示すフローチャート図である。

【符号の説明】

1 レチクル

2、4、6 レンズ群

2 a, 2 b, 2 c, 2 d 偏心レンズ

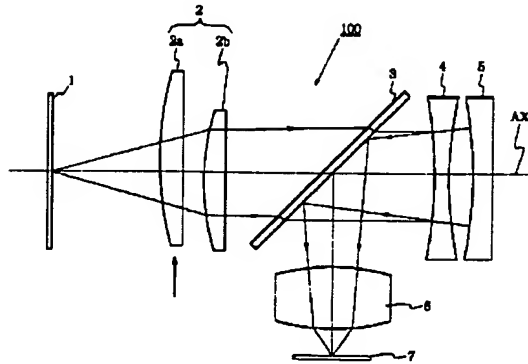
3 偏光ビームスプリッター

5 凹面鏡

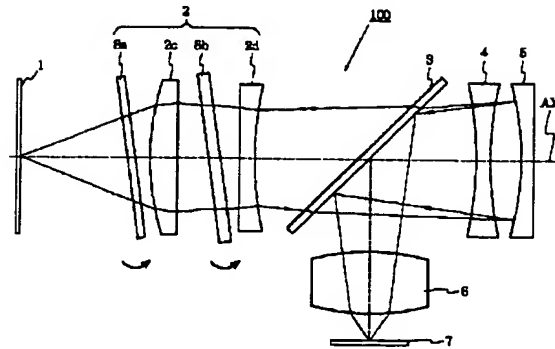
7 ウエハ

8 a, 8 b 平行平板

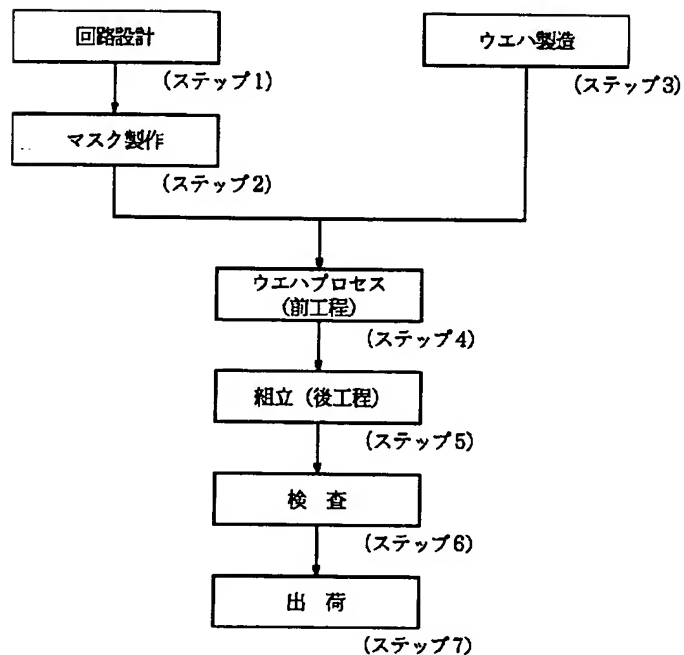
【図1】



【図2】

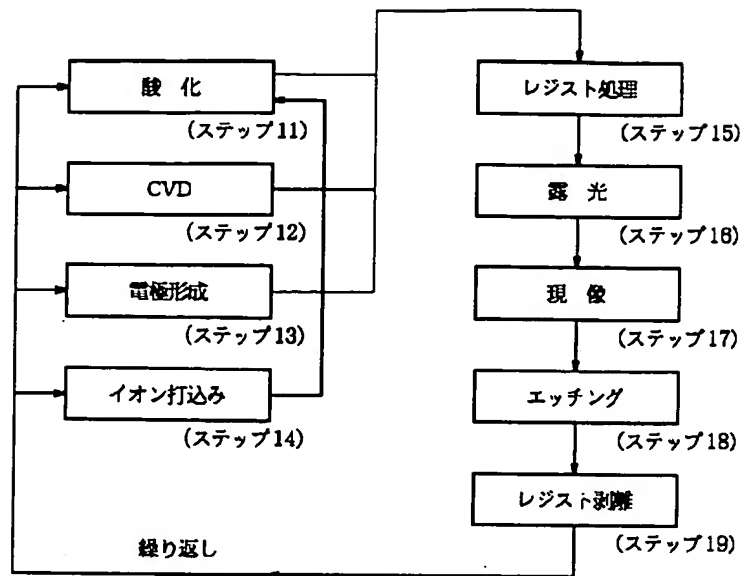


【図3】



半導体デバイス製造フロー

【図4】



ウエハプロセス

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**